

УДК 624.01+624.07

ФОРМООБРАЗОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ – НОВОЕ СИНТЕЗИРУЮЩЕЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ НАУКИ

Н.П. Абовский, Л.В. Енджиевский, И.С. Инжутов, С.В. Деордиев, В.И.
Палагушкин

Сибирский федеральный университет

В докладе обосновывается необходимость нового научного направления в формообразовании, в котором синтезируются различные дисциплины архитектурного, расчетно-конструкторского, технологического, экономического направлений, участвующие в рациональном формообразовании конструкций при учете конкретных региональных условий, которые будут отражены в планируемой монографии – учебном пособии.

В основу формообразования конструкций как новой междисциплинарной (синтезирующей) науки, вырастающей из искусства созидания, положен системный подход, взаимосвязывающий многосторонние аспекты данной проблемы. Прежде всего рациональное формообразование для достижения желаемой цели требует преодоления сложившейся узкой специализации, нацеленной на творческое системное содружество архитектора, конструктора, технолога и материаловеда, обеспечивающее комплексное решение проблемы формообразования.

Упомянутое формообразование имеет целью принятие такого конструктивного решения, которое обеспечивает (способствует реализации) творческого архитектурного замысла, соответствует материальным возможностям и технологическому исполнению в конкретных условиях взаимодействия с внешней средой при соблюдении общих и специальных требований надежности и комфортности эксплуатации. На рис. 1 приведена иллюстрация предлагаемого системного проекта основ формообразования конструкций, включающего в себя:

общие принципы и требования к формообразованию конструкций: системность, комплексная связь, пространственность, многосвязность, принцип декомпозиции глобальной конструкции на типовые (повторяющиеся элементы); обеспечение надежности, живучести, безопасности, долговечности;

а также **активное формообразование** конструкций (управление НДС конструкций при строительстве), энергетические аспекты формообразования, трансформируемые и перестраиваемые конструкции; особенности формообразования конструкций из различных материалов; вопросы практической оптимизации,

частные принципы формообразований конструкций, нацеленные на преодоление конкретных специфических условий внешней среды (строительство в сейсмических районах, строительство при сложных инженерно-геологических условиях, в том числе на слабых грунтах и в районах сейсмичности, экологические конструкции);

1. Общие принципы и требования к формообразованию конструкций:

1.1. Принцип системности, целостности, взаимосвязанности всех элементов конструктивного решения и их взаимодействия с окружающей средой (в том числе с основанием, природой, внешними воздействиями).

реализуется красота, надежность и польза архитектурно-инженерного замысла.

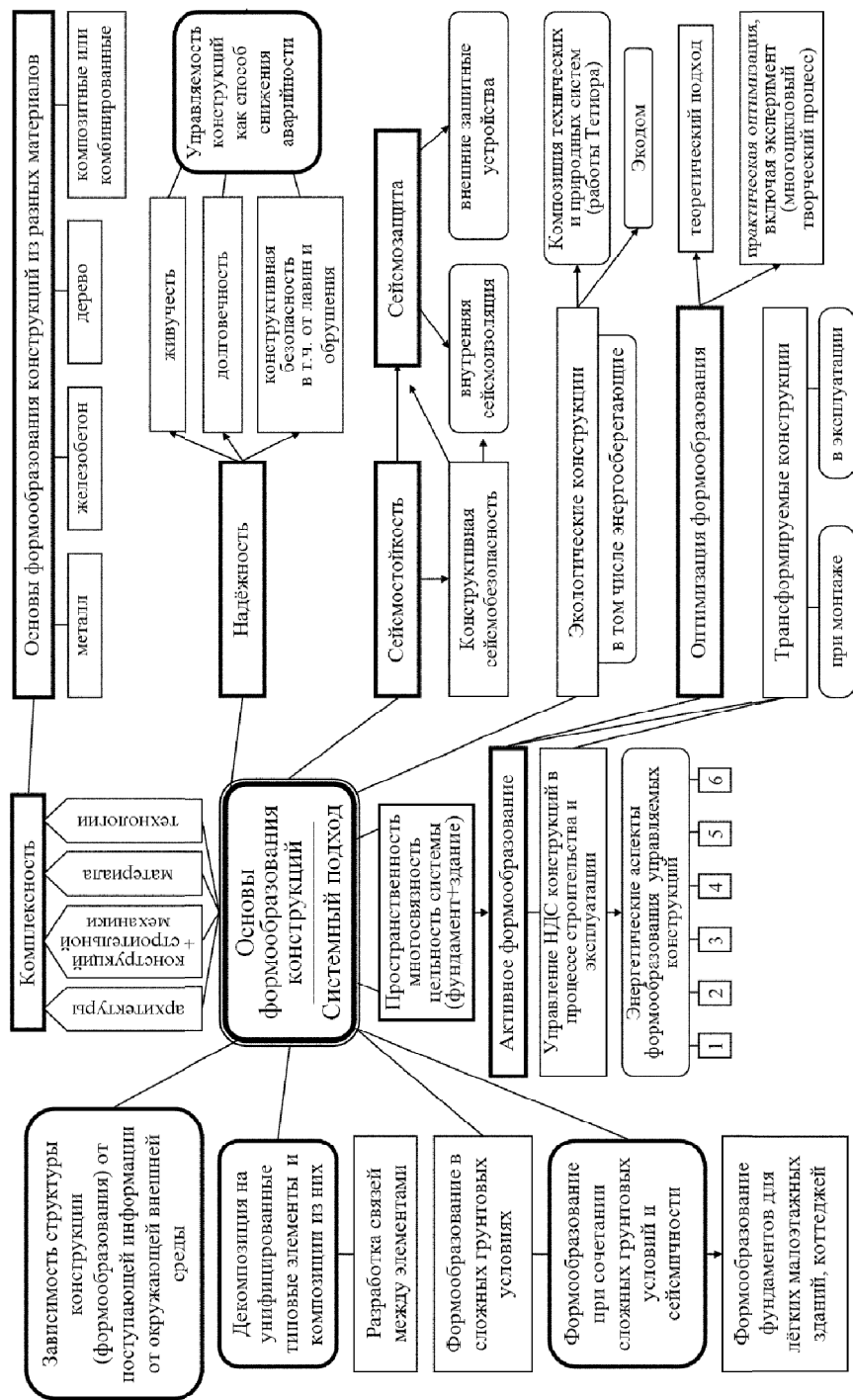
1.2. Комплексная связь архитектурного и конструкторского замыслов с выбором материалов и технологии изготовления, транспортировки и производства работ, а также эксплуатации, т.е. всего жизненного цикла сооружений. Именно в комплексности подхода

1.3. Принцип пространственности и многосвязности, который закладывает (обеспечивает) возможности повышения живучести, безопасности и надежности конструктивного решения.

1.4. Принцип декомпозиции глобальных конструкций на типовые (повторяемые) элементы, удовлетворяющий требованиям и возможностям современных материалов и технологии производства, и позволяющий создавать структурные композиции разнообразных конструкций. Отметим, что при выборе типовых элементов, особенно композиционного типа, целесообразно создать такие конструктивные условия, при которых каждый из использованных материалов находился в наиболее выгодных условиях работы.

1.5. Принципы обеспечения надежности, живучести зданий и сооружений заключаются в способности здания (сооружения) сопротивляться глобальному разрушению (или глобальному нарушению функционирования) из-за некоторых локальных повреждений, вызванных особыми нагрузками (сейсмическими, взрывными воздействиями; воздействиями, обусловленными деформациями основания, сопровождающимися коренными изменениями структуры грунта при оттаивании

Рис. 1. Системный проект основ формообразования конструкций



вечномерзлых грунтов или замачивании просадочных грунтов, а также оседании грунта в районах горных выработок.

2. Активное формообразование базируется на следующих аспектах:

2.1. Управление напряженно-деформированным состоянием зданий и сооружений (облегчение веса, повышение прочности, жесткости, устойчивости, живучести, безопасности конструкции) пространственных систем позволяет перевести их в разряд автоматически управляемых конструкций и охватывает стадии создания, проектирования, эксплуатации, разрушения. Такой подход в проектировании конструкций носит активный характер и отвечает современному развитию конструкций на основе синтеза ряда наук: архитектурно-строительного проектирования, механики, кибернетики, электроники, теории автоматического управления и др.

В зарубежной литературе название «управляемые конструкции» еще не установилось и их называют по-разному: *active control*, *active controlled structures*; *life-like structures*; *adaptive mechanical structures*; *adaptronic*; *structronic*.

Активный подход в проектировании и управлении НДС дает новые результаты, которые невозможно было получить при традиционных архитектурных и инженерных подходах.

2.2. Энергетические аспекты формообразования конструкций:

- принцип энергетической проводимости конструкции; принцип энергетической защиты от «вредных» внешних воздействий,
- принцип использования части «вредной» энергии внешнего воздействия для создания большого сопротивления конструкции («внешнее зло превратить в добро»). На этом перспективном пути запатентованы решения для мачт, мостов, кранов и др.;
- принцип перераспределения энергии деформирования конструкции,
- принцип предварительной энергетической зарядки (аккумулирования). Используя приток внешней энергии при производстве конструкции или в момент ее нагружения, формообразование должно предусматривать создание обратного противодействующего эффекта для повышения сопротивляемости конструкции. Формообразование должно предусматривать дополнительные внутренние связи и устройства, обеспечивающие рациональную работу всех элементов системы, их совместность и взаимоподдержку;
- энергетический принцип управления конструкциями предусматривает при формообразовании включение постоянного притока внешней энергии, необходимого для управления напряженно-деформированным состоянием конструкции, используя для этой цели соответствующие средства наблюдения, модули управления и актуаторы.

2.3. Разработку трансформируемых зданий и сооружений с подвижными (раздвижными) конструкциями покрытий и стен (их конструкции образуются из унифицированных пространственных элементов). Трансформируемые конструкции – это пример глобального управления конструкциями за счет изменения структуры (например, плоские конструкции при монтаже переходят в пространственные). Известны работы японских ученых по созданию 3-мерных расширяющихся конструкций, принцип их создания состоит из двух процессов: процесса сотовой ячейки и процесса расширения.

2.4. Инженерные аспекты оптимизации.

Наряду с методами математической оптимизации используются другие подходы, среди которых многоцикловая **практическая** оптимизация, сочетающая теоретические и экспериментальные результаты.

Практическая оптимизация отличается тем, что в ней синтезируются теоретический и экспериментальный подходы, причем в многоцикловом процессе. Расчетные теоретические результаты подвергаются экспериментальным проверкам, физическому моделированию и последующей доводке и совершенствованию конструкций на соответствующих этапах их создания. Этой работе предшествует творческий поиск формообразования конструкций, в которых закладывается основополагающая идея будущей эффективности. Этот предваряющий практическую оптимизацию этап работы не поддается какой-либо формализации, является искусством, творческим изобретением.

3. Частные принципы формообразования конструкций, нацеленные на преодоление конкретных специфических условий внешней среды.

3.1. Принцип сохранения внешней среды (в том числе основания) в естественном состоянии, т.е. экологичности конструкции.

Данный принцип в первую очередь относится к фундаментостроению, в частности, к разработанным пространственным фундаментным платформам (ПФП). ПФП не нарушают сложившиеся геологический и гидродинамический подземные режимы, так как не требуют заглубления при минимуме земляных работ. В случае вечномёрзлых грунтов ПФП служит теплозащитным устройством, способствующим сохранению их естественных свойств. ПФП в сочетании с традиционными водозащитными мероприятиями на территории предотвращает попадание поверхностных и техногенных вод под здание, что способствует сохранению естественных свойств (неравномерных осадок и просадок) просадочных, пучинистых и других слабых грунтов.

3.2. Принцип рационального пространственного формообразования таких конструкций, которые малочувствительны к негативным воздействиям внешней среды (основания). При этом преодолевается фактически имеющаяся неопределенность и недостаточность информации инженерно-геологических изысканий для строительства из-за изменчивости расположения неоднородных грунтов и обычно малого числа проб грунтов при изысканиях, а также возможные негативные ситуации при эксплуатации.

3.3. Принцип сейсмозащиты (сейсмоизоляции) системы фундамента и верхнего строения как цельной системы.

Особое значение приобретает этот принцип для строительства в сейсмических районах на слабых грунтах (в сложных грунтовых условиях). Принцип позволяет найти эффективные конструктивные решения при совмещении негативных условий неравномерных деформаций слабых грунтов и защититься от сейсмических воздействий. Например, применение ПФП на скользящем слое снижает большие сейсмические воздействия на здание в десятки раз.

3.4. Принцип совмещения в пространственной фундаментной платформе (ПФП) конструктивных, функциональных и технологических свойств, включающих, например, ограждение, теплозащиту, несущий пол, размещение оборудования, коммуникаций и т. п., а также удобство устройства скользящего слоя на основании под ПФП.

Для реализации этих принципов целесообразно использовать следующие возможности конструктивных решений: **пространственность; многосвязность; замкнутость; сплошность** пространственной платформы.

3.5. Формообразование фундаментов для легких малоэтажных зданий и коттеджей.

Предложенный принцип альтернативен традиционным нормативным подходам и основывается на использовании несущих естественных свойств слабых грунтов без

их предварительного усиления специальными средствами путем пространственного формообразования фундаментной системы (например, ПФП или плитно-рамной системы), обладающей большой распределительной способностью благодаря повышенной жесткости при малом весе (и потому малочувствительной к неравномерным негативным деформациям (осадкам, просадкам, пучинистости и пр.) слабых грунтов, совмещающей в себе конструктивные (несущие, ограждающие) и технологические (в том числе теплоизоляционные) свойства.

3.6. Принципы создания экологических чистых конструкций.

Формообразование конструкций, удовлетворяющих экологическим требованиям – важнейшее звено в решении проблемы, имея в виду не только надземные, но и подземные, в частности гидрологические, природные условия.